

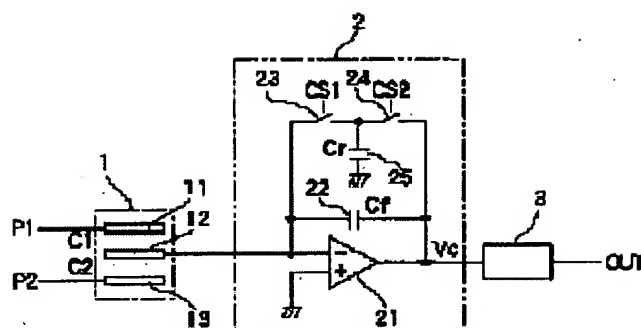
**CAPACITIVE PHYSICAL QUANTITY DETECTOR**

**Patent number:** JP2000221054  
**Publication date:** 2000-08-11  
**Inventor:** NONOYAMA HAYASHI  
**Applicant:** DENSO CORP  
**Classification:**  
- **International:** G01D5/245  
- **European:**  
**Application number:** JP19990022572 19990129  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP2000221054**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To shorten a cycle for sample holding, to enhance precision for capacity detection, and to highly precisely detect a physical quantity.

**SOLUTION:** In this detector, a charge in response to a physical quantity is output from a sensor element part 1 by impressing rectangular waves P1, P2 reversed each other in phases to fixed electrodes 11, 13, the charges are held in a capacitor 22, a voltage corresponding to the charge is output from an operation amplifier 21, and the output voltage is sample-held in a signal processing part 2 to be signal-processed. A reset means comprising switches 23, 24 and a capacitor 25 is provided between an inverting input terminal and an output terminal of the amplifier 21, the switches 23, 24 are opened and closed respectively in respective inversions of the rectangular waves P1, P2 to give the charges accumulated in the capacitor 25 into a capacitor 22, and a charge in response to the output of the amplifier 21 is held in the capacitor 25 for the next charging.





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-221054

(P2000-221054A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テ-マコ-ト・(参考)

G O 1 D 5/245

G O 1 D 5/245

J 2F077

// G O I N 27/22

G O I N 27/22

D 2G060

審査請求 未請求 請求項の数13 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-22572

(22) 出願目

平成11年 1 月29日(1999. 1. 29)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 野々山 林

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

Fターム(参考) 2F077 AA49 HH03 HH04 HH13 TT06

2G060 AE40 AF10 AF20 HA03 HC10

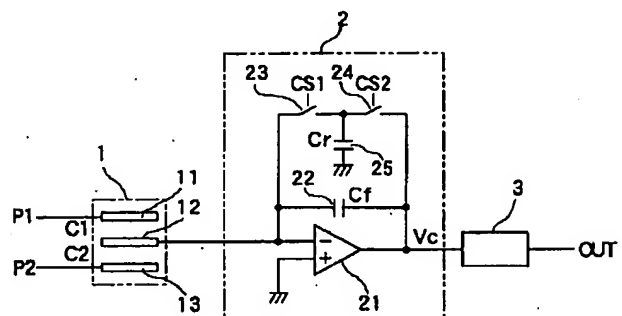
HC12 HE10

(54) 【発明の名称】 容量式物理量検出装置

(57) 【要約】

【課題】 サンプルホールドの周期を短くし、容量検出の精度を上げて、高精度の物理量検出が可能な容量式物理量検出装置を提供する

【解決手段】 互いに逆相の矩形波 P 1、P 2 を固定電極 1 1、1 3 に印加することによってセンサエレメント部 1 から物理量に応じた電荷を出力させ、その電荷をコンデンサ 2 2 に保持して演算増幅器 2 1 からその電荷に応じた電圧を出力させ、その出力電圧を信号処理部 2 にてサンプルホールドして信号処理するようになっており、演算増幅器 2 1 の反転入力端子と出力端子の間にスイッチ 2 3、2 4、コンデンサ 2 5 からなるリセット手段を設け、スイッチ 2 3、2 4 を矩形波 P 1、P 2 の反転毎にそれぞれ開閉させて、コンデンサ 2 5 に蓄積された電荷をコンデンサ 2 2 に充電するとともに、次の充電のために演算増幅器 2 1 の出力電圧に応じた電荷をコンデンサ 2 5 に保持させるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方の容量が物理量に応じて変化し、電氣的に直列に接続された第1、第2のコンデンサを有し、前記第1、第2のコンデンサの両端のノードに互いに逆相の第1、第2の矩形波が印加されるように構成されたセンサエレメント部(1)と、前記第1、第2のコンデンサの接続点に反転入力端子が接続され、非反転入力端子に第1の基準電圧源が接続された演算増幅器(21)と、前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続され、前記第1、第2の矩形波の反転によって生じる前記第1、第2のコンデンサの容量の差分に応じた電荷を保持する第3のコンデンサ(22)と、前記演算増幅器の出力電圧に応じた電荷を保持し、この後前記第1、第2の矩形波が反転したタイミングで前記保持した電荷を前記第3のコンデンサに充電するリセット手段(23、23'、23''、23a、24、24'、24''、24a、25、25a)と、前記演算増幅器の出力電圧をサンプルホールドして信号処理を行う信号処理部(3)とを備えたことを特徴とする容量式物理量検出装置。

【請求項2】 前記第1、第2のコンデンサの容量が差動容量になっていることを特徴とする請求項1に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項3】 前記信号処理部は、前記第1の矩形波がハイレベルの時の前記演算増幅器の出力電圧と前記第1の矩形波がローレベルの時の前記演算増幅器の出力電圧との差分を物理量検出信号として出力するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項4】 前記信号処理部は、スイッチトキャパシタで構成されていることを特徴とする請求項3に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項5】 前記リセット手段は、前記第3のコンデンサに蓄えられた電荷量と概略等しい電荷量を前記第3のコンデンサに充電するようになっていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つに記載の容量式物理量検出装置。

【請求項6】 前記リセット手段は、前記第1、第2の矩形波の反転毎に、前記演算増幅器の出力電圧に応じた電荷を前記第3のコンデンサに充電するとともに、次の充電のために前記演算増幅器の出力電圧に応じた電荷を保持するようになっていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1つに記載の容量式物理量検出装置。

【請求項7】 前記リセット手段は、一端が前記第1の基準電圧源に接続される第4のコンデンサ(25)と、前記第4のコンデンサの他端と前記演算増幅器の反転入力端子の間に接続された第1のスイッチ手段(23)と、

前記第4のコンデンサの他端と前記演算増幅器の出力端子の間に接続された第2のスイッチ手段(24)とから構成されており、

前記第1、第2のスイッチ手段が前記第1、第2の矩形波の反転毎にそれぞれ開閉して、前記第4のコンデンサに蓄積された電荷を前記第3のコンデンサに充電するとともに、次の充電のために前記演算増幅器の出力電圧に応じた電荷を前記第4のコンデンサに保持するようになっていることを特徴とする請求項6に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項8】 前記第4のコンデンサの一端と前記第1の基準電圧源の間に第3のスイッチ手段(23')が接続され、前記第4のコンデンサの一端と前記演算増幅器の反転入力端子の間に第4のスイッチ手段(24')が接続されており、前記第3のスイッチ手段は前記第1のスイッチ手段と同じタイミングで開閉し、前記第4のスイッチ手段は前記第2のスイッチ手段と同じタイミングで開閉するようになっていることを特徴とする請求項7に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項9】 前記第4のコンデンサの一端は、第3のスイッチ手段(23'')を介して前記第1の基準電圧源に接続されるとともに、第4のスイッチ手段を介して第2の基準電圧源(24'')に接続されており、前記第3、第4のスイッチ手段は前記第1、第2の矩形波の反転に伴って交互に開閉するようになっていることを特徴とする請求項7に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項10】 前記第3のコンデンサと前記第4のコンデンサの容量が、概略等しくなっていることを特徴とする請求項7乃至9のいずれか1つに記載の容量式物理量検出装置。

【請求項11】 前記リセット手段は、一端が前記第1の基準電圧源に接続される第4、第5のコンデンサ(25、25a)と、前記第4のコンデンサ(25)の他端と前記演算増幅器の反転入力端子の間に接続された第1のスイッチ手段(23)と、

前記第4のコンデンサの他端と前記演算増幅器の出力端子の間に接続された第2のスイッチ手段(24)と、前記第5のコンデンサ(25a)の他端と前記演算増幅器の反転入力端子の間に接続された第3のスイッチ手段(24a)と、

前記第5のコンデンサの他端と前記演算増幅器の出力端子の間に接続された第4のスイッチ手段(23a)とから構成されており、

前記第1、第4のスイッチ手段と前記第2、第3のスイッチ手段は前記第1、第2の矩形波の反転に伴って交互に開閉し、前記第1、第4のスイッチ手段が閉成しているときに、前記第4のコンデンサに蓄積された電荷を前記第3のコンデンサに充電するとともに、前記第5のコンデンサに次の充電のために前記演算増幅器の出力電

圧に応じた電荷を保持し、前記第2、第3のスイッチ手段が閉成しているときに、前記第5のコンデンサに蓄積された電荷を前記第3のコンデンサに充電するとともに、前記第4のコンデンサに次回の充電のために前記演算増幅器の出力電圧に応じた電荷を保持するようになっていることを特徴とする請求項6に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項12】 自己診断時に、前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続された全てのスイッチ手段を閉状態にして、前記第1、第2のコンデンサの接続点に所定の電圧を印加し、前記第1、第2のコンデンサに所定の物理量に相当する静電気力を作用させるようにしたことを特徴とする請求項7乃至11に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項13】 少なくとも一方の容量が物理量に応じて変化し、電気的に直列に接続された第1、第2のコンデンサを有し、前記第1、第2のコンデンサの両端のノードに互いに逆相の第1、第2の矩形波が印加されるように構成されたセンサエレメント部(1)と、前記第1、第2のコンデンサの接続点に反転入力端子が接続され、非反転入力端子に第1の基準電圧源が接続された演算増幅器(21)と、前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に互いに並列に設けられた第3、第4のコンデンサ(205、215)と、前記第3、第4のコンデンサのうち一方のコンデンサを前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続して前記第1、第2の矩形波の反転によって生じる前記第1、第2のコンデンサの容量の差分に応じた電荷を前記一方のコンデンサに保持させ、また他方のコンデンサに放電経路を形成して前記他方のコンデンサに蓄積した電荷を放電させ、前記一方のコンデンサと前記他方のコンデンサを前記第1、第2の矩形波の反転毎に交互に切り替える手段(201~204、211~214)と、前記演算増幅器の出力電圧をサンプルホールドして信号処理を行う信号処理部(3)とを備えたことを特徴とする容量式物理量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物理量に応じて変化する可変容量を用いた容量式物理量検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平8-145717号公報には、加速度、圧力等の力学的なエネルギーによって容量が変化するセンサエレメント部と、このセンサエレメント部の容量変化を電圧に変換するC-V変換回路と、C-V変換回路の出力電圧をサンプルホールドするサンプルホールド回路と、を備えた容量型センサの容量変化検出回路が記載されており、このものにおけるC-V変換回路

は、センサエレメント部の出力端子が反転入力端子に接続された演算増幅器と、この演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続されたスイッチと、このスイッチと並列に接続されたコンデンサとからなるスイッチトキャパシタで構成されている。なお、上記したスイッチは、サンプルホールド後に閉じるようになっており、このスイッチの閉成によりコンデンサの両端が短絡して、コンデンサに蓄えられた電荷が放電されるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した構成では、スイッチのリーク電流によりサンプルホールド回路にて保持した電荷量に変化してしまうため、電荷をホールドする時間を出来るだけ短くする必要がある。しかしながら、上記した従来のものでは、演算増幅器の出力をサンプルホールドした後に、コンデンサの電荷を放電するための時間を設けているため、サンプルホールドの周期を短くすることが出来ず、ホールド期間中の電荷抜けによる誤差が大きくなるという問題がある。

【0004】本発明は、上記問題に鑑みため、サンプルホールドの周期を短くし、容量検出の精度を上げて、高精度の物理量検出が可能な容量式物理量検出装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1乃至12に記載の発明においては、少なくとも一方の容量が物理量に応じて変化し、電気的に直列に接続された第1、第2のコンデンサを有し、前記第1、第2のコンデンサの両端のノードに互いに逆相の第1、第2の矩形波が印加されるように構成されたセンサエレメント部(1)と、前記第1、第2のコンデンサの接続点に反転入力端子が接続され、非反転入力端子に第1の基準電圧源が接続された演算増幅器(21)と、前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続され、前記第1、第2の矩形波の反転によって生じる前記第1、第2のコンデンサの容量の差分に応じた電荷を保持する第3のコンデンサ(22)と、前記演算増幅器の出力電圧に応じた電荷を保持し、この後前記第1、第2の矩形波が反転したタイミングで前記保持した電荷を前記第3のコンデンサに充電するリセット手段(23、23'、23''、23a、24、24'、24''、24a、25、25a)と、前記演算増幅器の出力電圧をサンプルホールドして信号処理を行う信号処理部(3)とを備えたことを特徴としている。

【0006】この発明によれば、演算増幅器(21)の出力電圧に応じた電荷を保持し、この後第1、第2の矩形波が反転したタイミングで保持した電荷を第3のコンデンサに充電するリセット手段(23、24、25など)を設けているから、従来のもののように、サンプルホールド後にコンデンサの両端をスイッチ手段で短絡し

てコンデンサの電荷を放電するのと同等の効果を得ることができ、従来のもののようなリセット期間を設ける必要がなくなる。このため、サンプルホールドの周期を短くし、容量検出の精度を上げて、高精度の物理量検出が可能になる。

【0007】また、請求項13に記載の発明においては、少なくとも一方の容量が物理量に応じて変化する、電気的に直列に接続された第1、第2のコンデンサを有し、前記第1、第2のコンデンサの両端のノードに互いに逆相の第1、第2の矩形波が印加されるように構成されたセンサエレメント部(1)と、前記第1、第2のコンデンサの接続点に反転入力端子が接続され、非反転入力端子に第1の基準電圧源が接続された演算増幅器(21)と、前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に互いに並列に設けられた第3、第4のコンデンサ(205、215)と、前記第3、第4のコンデンサのうち一方のコンデンサを前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続して前記第1、第2の矩形波の反転によって生じる前記第1、第2のコンデンサの容量の差分に応じた電荷を前記一方のコンデンサに保持させ、また他方のコンデンサに放電経路を形成して前記他方のコンデンサに蓄積した電荷を放電させ、前記一方のコンデンサと前記他方のコンデンサを前記第1、第2の矩形波の反転毎に交互に切り替える手段(201~204、211~214)と、前記演算増幅器の出力電圧をサンプルホールドして信号処理を行う信号処理部(3)とを備えたことを特徴としている。

【0008】この発明によれば、2つのコンデンサ(205、206)のうち一方を演算増幅器(21)の反転入力端子と出力端子の間に接続し、またその間に他方のコンデンサの放電を行うようにし、その動作を第1、第2の矩形波の反転毎に交互に繰り返すようにしているから、この発明においても請求項1に記載の発明と同様の効果を奏する。

【0009】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

(第1実施形態) 本発明の第1実施形態に係る容量式物理量検出装置は、図1に示す様に、センサエレメント部1、C-V変換回路2、信号処理部3とからなる。

【0011】センサエレメント部1は、固定電極11、13と物理量(例えば、加速度、ヨーレートなど)に応じて変位する可動電極12で構成され、固定電極11と可動電極12の間に第1のコンデンサ(容量をC1とする)が形成され、固定電極13と可動電極12の間に第2のコンデンサ(容量をC2とする)が形成されており、容量C1、C2が差動容量を構成するようになって

いる。第1、第2のコンデンサは、電気的に直列に接続されており、固定電極11、13の両端(外側)のノードに、可動電極12の共振周波数より十分高い周波数で反転する互いに逆相の矩形波P1、P2がそれぞれ印加される。

【0012】C-V変換回路2は、演算増幅器21と、演算増幅器21の反転入力端子と出力端子の間に接続された第3のコンデンサ(容量をCfとする)22と、演算増幅器21の反転入力端子と出力端子の間に直列に接続されたスイッチ23、24と、スイッチ23、24の接続点と第1の基準電圧源である接地電位との間に接続された第4のコンデンサ(容量をCrとする)25とから構成されている。なお、スイッチ23、24は、矩形波P1、P2に同期したスイッチ信号CS1、CS2により開閉するようになっている。

【0013】信号処理部3は、演算増幅器21の出力を所定のタイミングでサンプルホールドし、所定の信号処理を行って、可動電極12に作用する物理量に応じた物理量検出信号を出力する。上記した構成において、その作動を図2に示すタイミングチャートを参照して説明する。

【0014】センサエレメント部1における固定電極11、13には、図示しない矩形波信号発生手段からの矩形波P1、P2(図2参照)がそれぞれ印加される。矩形波P1、P2の周波数は、矩形波P1、P2の反転による可動電極12の振動を防ぐため、共振周波数より十分高く設定されるのが好ましい。ただし、矩形波P1、P2の反転により生じる容量C1、C2の容量差に応じた電荷が第3のコンデンサ22に蓄えられ、演算増幅器21の出力が安定するまでは反転しないような周波数に設定される。

【0015】また、可動電極12は、演算増幅器21の働きにより、第1の基準電圧源である接地電位に保持される。ここで、矩形波P1がハイレベルH1(電圧: V)、P2がローレベルL0(電圧: 0)の状態では、固定電極11と可動電極12の間に形成される第1のコンデンサには、 $Q1 = C1 \cdot V$ で表される電荷Qが蓄えられ、固定電極13と可動電極12の間に形成される第2のコンデンサには、 $Q2 = C2 \cdot 0 = 0$ で表される電荷が蓄えられる。また、P1がL0、P2がH1の状態では、第1のコンデンサには、 $Q1' = C1 \cdot 0 = 0$ で表される電荷Q'が蓄えられ、第2のコンデンサには、 $Q2' = C2 \cdot V$ で表される電荷が蓄えられる。従って、矩形波P1、P2がそれぞれ反転することにより、 $\Delta Q = (C1 - C2) \cdot V$ という電荷がセンサエレメント部1に入出力することになる。

【0016】まず、初期状態では、第3、第4のコンデンサ22、25の電荷量が0、演算増幅器21の出力電圧が0V、スイッチ23、24は開いた状態であるとする。この状態から、矩形波P1がL0からH1に、矩形

波P2がH1からL0に反転すると、 $-(C1-C2) \cdot V$ （一の符号は、第1のコンデンサの可動電極12側に負の電荷が貯まることを示す）の電荷がセンサエレメント部1に流れ込み、第3のコンデンサ22に蓄えられる電荷は、センサエレメント部1に流れ込む電荷とは逆極性の $(C1-C2) \cdot V$ になる。

【0017】ここで、矩形波P1、P2の反転後に、図2に示すスイッチ信号CS1によってスイッチ23が閉じると、第4のコンデンサ25の電荷が第3のコンデンサ22にフィードバックされるが、初期状態では第4のコンデンサ25の電荷量は0であるため、第3のコンデンサ22の反転入力端子側の電極に蓄積される電荷 $Q_f$ は、 $Q_f = (C1-C2) \cdot V$ であり、演算増幅器21の出力には、 $V_c = -(C1-C2) \cdot V / C_f$ という電圧が生じる。

【0018】この後、図2に示すスイッチ信号CS1、CS2によって、スイッチ23が開き、スイッチ24が閉じると、演算増幅器21の出力電圧で第4のコンデンサ25が充電される。第4のコンデンサ25に蓄えられる電荷 $Q_r$ は、 $Q_r = C_r \cdot V_c = -(C1-C2) \cdot V / C_f$ となる。同時に、後段の信号処理部3は、図2に示すタイミング信号SH1に応じて、演算増幅器21の出力電圧をサンプルホールド（SH1がH1のときサンプル、L0でホールド）する。なお、スイッチ24は、矩形波P1、P2の反転前に開くようになっている。

【0019】次に、矩形波P1、P2がそれぞれ反転すると、先程とは逆極性の電荷、即ち $-(C1-C2) \cdot V$ という電荷が第3のコンデンサ22に流れ込む。続いて、スイッチ23が閉じると、第4のコンデンサ25の電荷が第3のコンデンサ22にフィードバックされる。これにより第3のコンデンサ22の電荷 $Q_{f'}$ は、反転前の電荷と合わせて $Q_{f'} = Q_f + Q_r = (C1-C2) \cdot V = (C1-C2) \cdot V - C_r \cdot (C1-C2) \cdot V / C_f = (C1-C2) \cdot V \cdot (1 - C_r / C_f)$ となり、演算増幅器21の出力には、 $V_{c'} = C_r \cdot (C1-C2) \cdot V / C_f^2$ の電圧が生じる。

【0020】同時に、後段の信号処理部3は、図2に示すタイミング信号SH2に応じて、演算増幅器21の出力電圧をサンプルホールドし、SH1でサンプルホールドした電圧との差分、すなわち $V_c - V_{c'} = -(1 + C_r / C_f) \cdot (C1-C2) \cdot V / C_f$ を出力する。従って、物理量によって第1、第2のコンデンサの容量差 $(C1-C2)$ が変化すれば、信号処理部3の出力OUTが変化し、物理量を検出することができる。

【0021】また、コンデンサ22、25の容量 $C_f$ 、 $C_r$ の比を適当に選べば、所望の感度の出力を得ることができる。例えば、 $C_r = C_f$ とすれば、出力 $OUT = -2(C1-C2) \cdot V / C_f$ となり、出力電圧は第

1、第2のコンデンサの容量差 $(C1-C2)$ と矩形波P1、P2の振幅 $V$ 、第3のコンデンサ22の容量 $C_f$ で決まる電圧値となる。

【0022】上述したように本実施形態によれば、スイッチ23、24と第4のコンデンサ25により構成されるリセット手段を設けているため、従来のもののようサンプルホールド後にリセットする期間を設けなくてもそのリセットと同じ効果を得ることができる。従って、従来のもののようなリセット期間を設ける必要がなくなり、矩形波P1、P2の周波数を高くすることができる。このため、スイッチのリークにより、コンデンサに保持した電荷が変化するのを抑えることができ、高精度の容量検出が可能になって、物理量の検出を高精度に行うことが可能になる。

【0023】なお、上記した信号処理部3は、図3や図4に示すような回路構成で実現することができる。図3では、2個のサンプルホールド回路31、32を用いて、各々信号SH1とSH2のタイミングで演算増幅器21の出力をサンプルホールドし、差動増幅器33で各々の差の電圧を求める。この段階では、サンプルホールド時の高周波ノイズが含まれるため、ローパスフィルタ（LPF）34でノイズを除去する。

【0024】同様の機能をスイッチトキャパシタ回路で実現したものを図4に示す。この図4のような回路構成によれば、図3で示したサンプルホールド回路や差動増幅器を不要にすることができる。また、図4の回路のフィルタ特性は1次であるが、高次のフィルタ特性にすることも可能である。

（第2実施形態）本発明の第2実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を図5に示す。第1実施形態と異なる点は、リセット手段がスイッチ23、24と第4のコンデンサ25からなる第1のリセット手段とスイッチ23a、24aと第5のコンデンサ25aからなる第2のリセット手段の2組のリセット手段を用いていることである。

【0025】この場合の作動を図6のタイミングチャートを参照して説明する。第1実施形態では、矩形波P1、P2の反転毎にスイッチ23、24を交互に開閉させるべく、スイッチ信号CS1、CS2が交互にH1の状態になっていたが、この第2実施形態では、図6に示すように、スイッチ信号CS1、CS2が各々矩形波P1、P2に同期してH1の状態になっている。

【0026】この構成によれば、矩形波P1がH1のときに、第4のコンデンサ25は第3のコンデンサ22への充電を行い、第5のコンデンサ25aは演算増幅器21の出力電圧による充電を行う。一方、矩形波P1がL0の状態では、第4のコンデンサ25は出力電圧による充電を行い、第5のコンデンサ25aは第3のコンデンサ22への充電を行う。

【0027】このようにリセット手段を2組用い、交互

に第3のコンデンサ22への充電と出力電圧による充電を繰り返すことにより、第3のコンデンサ22への充電と出力電圧による充電を同時に行うことができる。また、図6に示すように、スイッチ信号CS1、CS2は、サンプルホールド信号SH1、SH2とも同期している。従って、サンプルホールド信号SH1、SH2とスイッチ信号CS1、CS2を共通化することが可能である。

【0028】上記した第1実施形態では、矩形波P1、P2の2倍の周波数でスイッチ23、24を開閉する必要があったが、この第2実施形態では、矩形波P1、P2と同じ周波数でスイッチ23、23a、24、24aを開閉すればよく、サンプルホールドのタイミングとも共通化できるため、制御信号を簡略化できるメリットがある。

（第3実施形態）本発明の第3実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を図7に示す。第1実施形態では、リセット手段を、スイッチ23、24と第4のコンデンサ25で構成していたが、この第3実施形態では、第4のコンデンサ25と第1の基準電圧源（接地電位）の間にスイッチ23'を設け、さらに第4のコンデンサ25と演算増幅器21の非反転入力端子との間にスイッチ24'を設けている。この場合には、第4のコンデンサ25の両側にスイッチがあるため、寄生容量の影響を相殺でき、より精度の高い容量検出が可能になる。

（第4実施形態）本発明の第4実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を図8に示す。図1に示すようなC-V変換回路2では、可動電極12の位置ずれや寄生容量によって、第4のコンデンサ25への充放電の電荷量が矩形波P1がH1の状態の時とL0の状態の時とで異なってしまう可能性がある。このような状態が生じると、物理量が0でも演算増幅器21の出力電圧Vcに矩形波が生じ、オフセットとなって検出されてしまう。

【0029】そこで、この第4実施形態では、オフセットをキャンセルできるようにするため、図8に示すように、第1の基準電圧源（接地電位）とは異なる電圧の第2の基準電圧源Vrを設け、第1の基準電圧源と第2の基準電圧源の間にスイッチ23''、24''を直列に接続し、スイッチ23''、24''の接続点に第4のコンデンサ25の一端を接続している。

【0030】この実施形態に作動を図9のタイミングチャートを参照して説明する。スイッチ23''、24''以外の動作は第1実施形態と同じであるが、スイッチ23''、24''は、図9に示すように矩形波P1、P2と同期したスイッチ信号CS3、CS4によって開閉する。これにより、矩形波P1がH1の状態の時とL0の状態の時、第4のコンデンサ25への充放電が異なる電圧を基準にして行われるため、第3のコンデンサ22へ充電される電荷量を、矩形波P1がH1の状態の時とL0の状態の時とで異ならせることができる。

従って、第1の基準電圧源と第2の基準電圧源の電位差を調整することにより、オフセットをキャンセルすることができる。

（第5実施形態）本発明の第5実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を図10に示す。この第5実施形態は、固定電極11、13と可動電極12との間に、可動電極12を変位させるような静電気力を発生させて、可動電極12を強制的に変位させ、信号処理部3の出力電圧より、センサエレメント部1の異常を検知するための自己診断機能を付加したものである。

【0031】このため、この実施形態においては、演算増幅器21の非反転入力端子に印加する電圧をスイッチ26、27で切り替えるようにしている。なお、スイッチ26、27は、スイッチ信号CST、CSTバー（CSTを反転した信号）によって開閉する。この第5実施形態の作動を図11に示すタイミングチャートを参照して説明する。第1実施形態と異なる点は、図11に示すように、通常動作に以外に静電気力を印加する期間（自己診断期間）を設け、この静電気力印加期間中に、スイッチ23、24を閉とするとともにスイッチ27を閉とし、スイッチ27を介して可動電極12に自己診断用電圧源Vstを印加するようにしたことである。

【0032】この静電気力印加期間中においては、固定電極11と可動電極12の間に、 $(V-Vst)$ という電位差による静電気力が発生し、また固定電極13と可動電極12の間に、 $Vst$ という電位差による静電気力が発生する。そして、各々の静電気力の差から可動電極12の変位する方向と大きさが決まるため、静電気力印加後の信号処理部3の出力電圧の変化より、故障や経時変化を検出することができる。

【0033】また、図10に示す構成の代わりに図12に示す構成としても同様に自己診断を行うことができる。すなわち、図12に示す構成においては、演算増幅器21の非反転入力端子に第1の基準電圧源（接地電位）を接続し、可動電極12と演算増幅器21の反転入力端子の間にスイッチ26を設け、可動電極12と自己診断用電圧源Vstとの間にスイッチ27を設けている。

【0034】なお、この第5実施形態における自己診断時には、第3、第4のコンデンサ22、25の電荷は放電され、演算増幅器21からは第1の基準電圧源と同じ電圧が出力されている。

（第6実施形態）本発明の第6実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を図13に示す。第1実施形態では、第3のコンデンサ22を演算増幅器21の反転入力端子と出力端子の間に接続していたが、この第6実施形態では、演算増幅器21の反転入力端子と出力端子の間に第3、第4のコンデンサ205、215を設け、スイッチ201～204、211～214をスイッチ信号CS1、CS2により開閉させ、第3、第4のコンデンサ



205、215の一方を演算増幅器21の反転入力端子と出力端子の間に接続し、他方を基準電圧源に接続して放電する動作を、矩形波P1、P2の反転毎に交互に繰り返し、第1実施形態と同様の効果を得るものである。この場合のタイミングチャートは図6と同じである。

【0035】なお、上記したいずれの実施形態においても、スイッチを制御する信号CS1とCS2、CS3とCS4、SH1とSH2は、通常動作時においては、お互いにH状態が重なり合わないようなタイミングとするのが望ましい。また、上記したスイッチ23、23'、23''、23a、24、24'、24''、24a、201~204、211~214は、半導体のスイッチング素子などを用いたスイッチ手段として構成されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示す実施形態の作動説明に供するタイミングチャートである。

【図3】図1中の信号処理部3の構成を示す図である。

【図4】図1中の信号処理部3の他の構成を示す図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る容量式物理量検出

装置の構成を示す図である。

【図6】図5に示す実施形態の作動説明に供するタイミングチャートである。

【図7】本発明の第3実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を示す図である。

【図8】本発明の第4実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を示す図である。

【図9】図8に示す実施形態の作動説明に供するタイミングチャートである。

【図10】本発明の第5実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を示す図である。

【図11】図10に示す実施形態の作動説明に供するタイミングチャートである。

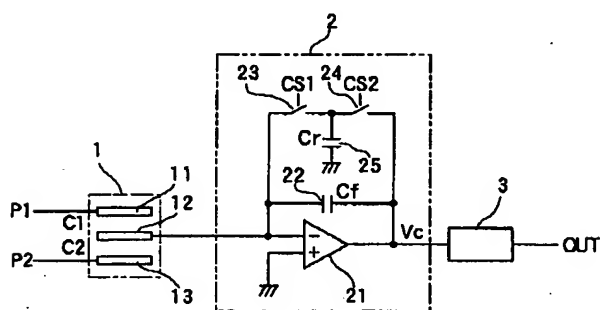
【図12】本発明の第5実施形態の変形例に係る容量式物理量検出装置の構成を示す図である。

【図13】本発明の第6実施形態に係る容量式物理量検出装置の構成を示す図である。

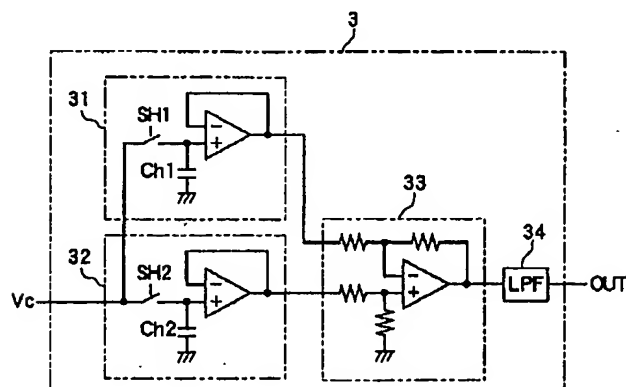
【符号の説明】

1…センサエレメント部、2…C-V変換回路、3…信号処理部、11、13…固定電極、12…可動電極、21…演算増幅器、22…第3のコンデンサ、23、24…スイッチ、25…第4のコンデンサ。

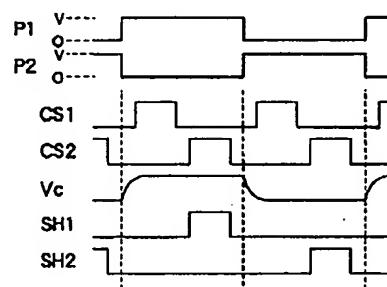
【図1】



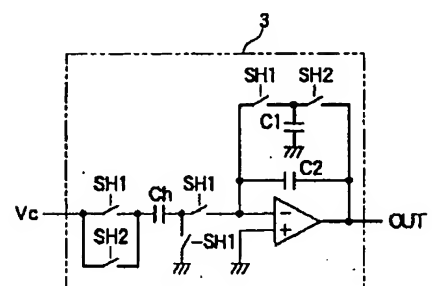
【図3】



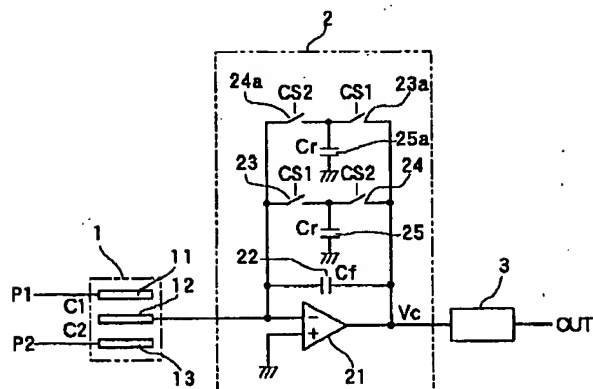
【図2】



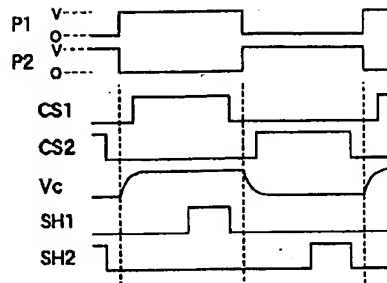
【図4】



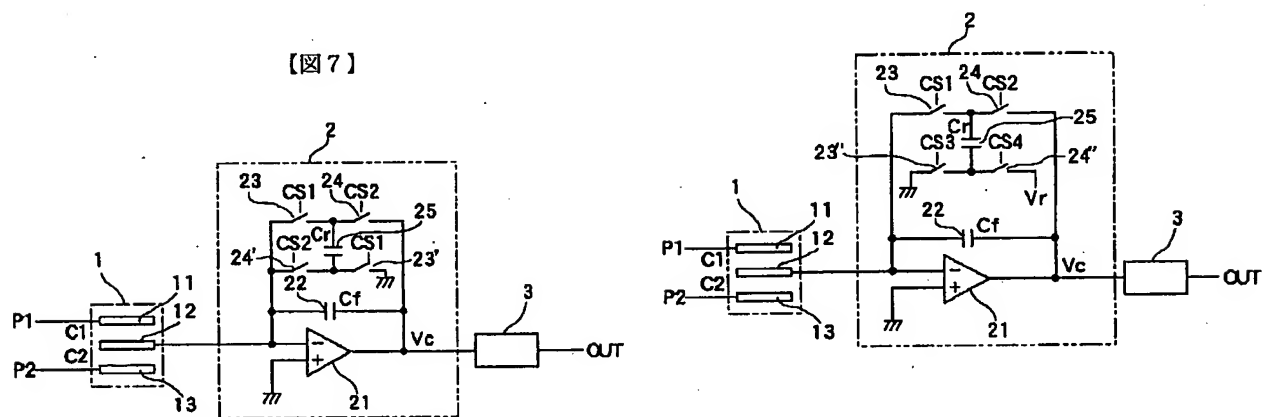
【図5】



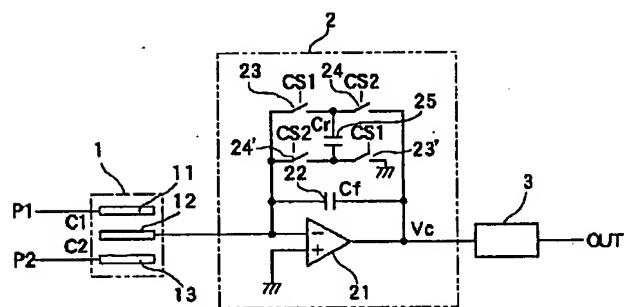
【図6】



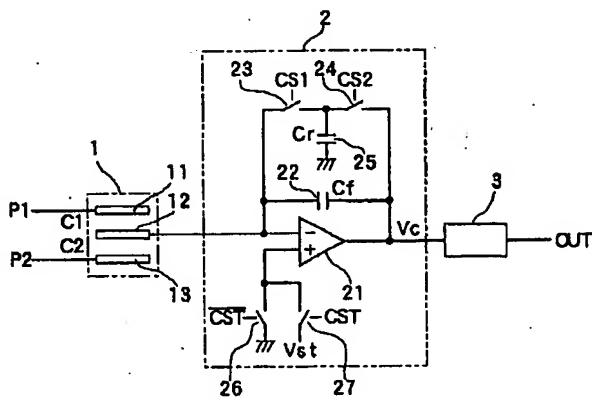
【図8】



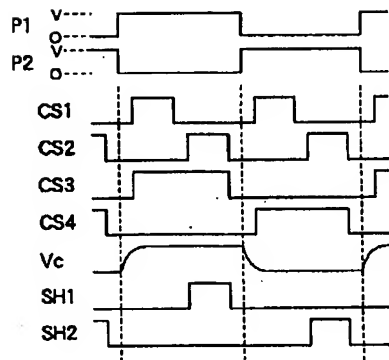
【図7】



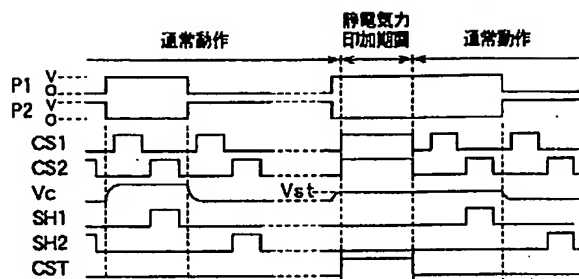
【図10】



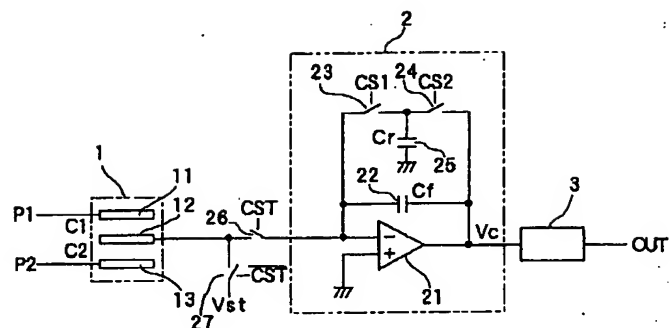
【図9】



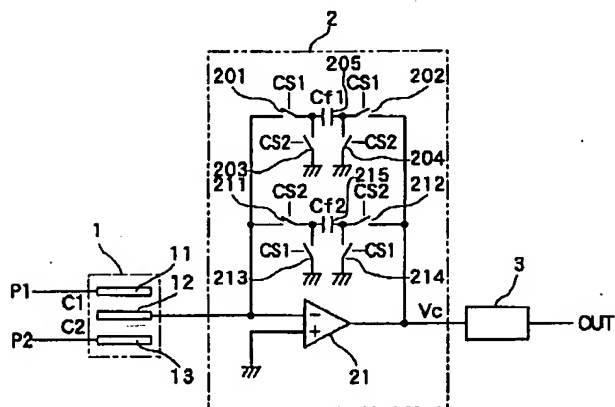
【図11】



【図12】



【図13】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**